


# **Radar video frequency data real time compression and decompression transmission method**

**Publication number:** CN1410780 (A)

**Also published as:**

**Publication date:** 2003-04-16

 CN1261770 (C)

**Inventor(s):** XUE JIANRU [CN]; ZHENG NANNING [CN]; ZHENG ZHAOHUI [CN] +

**Applicant(s):** UNIV XI AN JIAOTONG [CN] +

**Classification:**

- **international:** **G01S13/02; G01S13/00;** (IPC1-7): G01S13/02

- **European:**

**Application number:** CN20021039471 20021016

**Priority number(s):** CN20021039471 20021016

## **Abstract of CN 1410780 (A)**

The encoding board and the decoding board located at the radar truck and the command car respectively are connected through two RS485 ports in twisted-pair. There are the main channel and the subchannel between the radar truck and the command car. The echo data being compressed by the encoding board through the main channel are transferred to the decoding board. The decoded echo data are sent to display terminal. The communication is carried out through the subchannel. The radar truck transfers the beam attribute code such as the beam position, range, etc. information. The command car sends the command control code to the radar truck. The simple mode is used in the main channel with the transfer protocol as: tag+data length+beam data+check sum. The half-duplex mode is used in the subchannel with the transfer protocol as: condition code+data length+transmission data+check.

.....  
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02139471.7

[43] 公开日 2003 年 4 月 16 日

[11] 公开号 CN 1410780A

[22] 申请日 2002.10.16 [21] 申请号 02139471.7

[71] 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁路 28 号

[72] 发明人 薛建儒 郑南宁 郑朝晖 宁 军

[74] 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司

代理人 李郑建

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法

[57] 摘要

本发明公开了一种雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法,将分别位于雷达车、指挥车上的编码板、解码板两部分,通过两个 RS485 口,以双绞线形式连接,雷达车、指挥车之间设有主信道和副信道;编码板对回波数据压缩后通过主信道发送给解码板进行解码,解码后的回波数据直接送给图形显示终端;两车之间的通讯通过副信道进行,雷达车向指挥车传送包含波束位置、量程、雷达工作状态等信息的波束属性码,指挥车向雷达车发送命令控制码,同时副信道在主信道出错时向解码板重传出错波束数据;主信道通讯采用单工方式,只发不收;传输协议为:标志+数据长度+波束数据+校验和;副信道采用半双工方式通讯,传输协议为:特征码+数据长度+传输内容+校验和。

1. 一种雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

1) 将分别位于雷达车、指挥车上的编码板、解码板两部分, 通过两个 RS485 口, 以双绞线形式连接, 雷达车、指挥车之间设有主信道和副信道;

2) 编码板对回波数据压缩后通过主信道传送给解码板进行解码, 解码后的回波数据直接送给图形显示终端;

3) 两车之间的通讯通过副信道进行, 雷达车向指挥车传送包含波束位置、量程、雷达工作状态等重要信息的波束属性码, 指挥车向雷达车发送命令控制码, 同时副信道在主信道出错时向解码板重传出错波束数据;

4) 主信道通讯采用单工方式, 只发不收; 传输协议为: 标志+数据长度+波束数据+校验和; 采用 34 位数据帧格式, 并用 FPGA 实现基于该种帧格式的异步收发驱动器;

标志用于区分首帧和差值, 数据长度为波束数据压缩后的字节个数; 发送方为编码板的编码器, 接受方为解码板的解码器; 接受方根据校验和判断传输过程是否出错, 若出错, 解码器立即以中断方式通知位于解码板的主通讯控制器, 主通讯控制器向位于编码板上的通讯控制器请求重发该波束回波数据; 编码器和通讯控制器之间设有 RAM, 用于备份波束数据;

5) 副信道采用半双工方式通讯, 有甲、乙两个通讯控制器分别位于解码板和编码板上, 两者之间收发角色通过令牌来协调编码板及解码器通讯请求;

副信道传输协议: 特征码+数据长度+传输内容+校验和; 由特征码来确定传输内容;

对来自操控台的操作控制码单独设立接受方; 解码板收到的回波数据出错

时，甲通讯控制器向位于编码板上的乙通讯控制器请求重发数据；主信道的通讯并不因此而中断，解码器放弃出错波束数据，备份该波束属性数据，当一帧中其余波束数据处理完之后，处理经副信道重传的波束数据；

副信道传输内容：来自指挥车的操控码，波束属性码，出错波束数据。

2. 如权利要求1所述的雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法，其特征在于，所述主信道和副信道之间的关系是：

(1)、在编码板上，编码器和乙通讯控制器之间设有用于存储备份波束数据的SRAM和总线控制器，编码器不断刷新SRAM内容，通讯控制器收到来自主通讯控制器的请求后，从SRAM获取备份波束数据。两者之间以握手信号通过总线控制器获得对SRAM的控制权；

(2)、在解码板上，解码器和甲通讯控制器之间除了存储备份波束数据的SRAM和总线控制器之外，解码器还可以硬中断方式通知甲通讯控制器，请求重发出错波束数据；解码器仅在发出请求重发信号后才检测甲通讯控制器是否对SRAM刷新结束，若结束，立即以DMA方式从SRAM读取波束数据，两者之间以握手信号通过总线控制器获得对SRAM的控制权；

(3)、甲通讯控制器还担负从操控台读取操控命令的任务；与操控台相连的接受方以并行数据方式向甲通讯控制器提供数据。

## 雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法

### 一、所属技术领域

本发明涉及雷达的传输，特别涉及一种用于雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法。

### 二、背景技术

雷达作为一种超视距传感器，在国防、国土资源勘探等有着举足轻重的作用。雷达技术的发展过程中，雷达组网、数据融合技术已成为主要发展趋势，雷达数据的实时传输问题日益突出。传统的多根电缆传输方式存在着连接复杂、可靠性低、抗干扰能力差、传输损耗大等缺点<sup>[1][2]</sup>。光纤传输高速，但在实际应用中存在接线需要专用工具、费时费力、成本较高等问题<sup>[3]</sup>。

### 三、发明内容

根据上述现有技术存在的缺陷或不足，本发明的目的在于，提供一种雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法，本发明采用军用被复双绞线完成雷达视频图像的实时传输，较好的解决了现有方法的不足。

本发明的雷达视频数据实时压缩解压缩传输方法，包括以下步骤：

- 1) 将分别位于雷达车、指挥车上的编码板、解码板两部分，通过两个 RS485 口，以双绞线形式连接，雷达车、指挥车之间设有主信道和副信道；
- 2) 编码板对雷达视频数据压缩后通过主信道传送给解码板进行解码，解码后的回波数据直接送给图形显示终端；
- 3) 两车之间的信令通讯通过副信道进行，雷达车向指挥车传送包含波束位置、量程、雷达工作状态等重要信息的波束属性码，指挥车向雷达车发送命令控制码，同时副信道在主信道出错时向解码板重传出错波束数据；
- 4) 主信道通讯采用单工方式，只发不收；传输协议为：标志+数据长度+波束数据+校验和；与常用 RS232 的 10 位数据帧格式不同，此信道提出了独特的

34 位数据帧格式，并用 FPGA 实现了基于该种帧格式的异步收发驱动器；

标志用于区分首帧和差值，数据长度为波束数据压缩后的字节个数；发送方为编码板的编码器，接受方为解码板的解码器；接受方根据校验和判断传输过程是否出错。若出错，解码器立即以中断方式通知位于解码板的主通讯控制器，主通讯控制器向位于编码板上的通讯控制器请求重发该波束回波数据；编码器和通讯控制器之间设有 RAM，用于备份波束数据；

5) 副信道采用半双工方式通讯，有甲、乙两个通讯控制器分别位于解码板和编码板上，两者之间收发角色通过令牌来协调编码板及解码器通讯请求；

副信道传输协议：特征码+数据长度+传输内容+校验和；由特征码来确定传输内容；

对来自操控台的操作控制码单独设立接受方；解码板收到的回波数据出错时，甲通讯控制器向位于编码板上的乙通讯控制器请求重发数据；主信道的通讯并不因此而中断，解码器放弃出错波束数据，备份该波束属性数据，当一帧中其余波束数据处理完之后，处理经副信道重传的波束数据；

副信道传输内容：来自指挥车的操控码，波束属性码，出错波束数据。

本发明的另一特点是，所述主信道和副信道之间的关系是：

(1)、在编码板上，编码器和乙通讯控制器之间设有用于存储备份波束数据的 SRAM 和总线控制器，编码器不断刷新 SRAM 内容，通讯控制器收到来自主通讯控制器的请求后，从 SRAM 获取备份波束数据。两者之间以握手信号通过总线控制器获得对 SRAM 的控制权；

(2)、在解码板上，解码器和甲通讯控制器之间除了存储备份波束数据的 SRAM 和总线控制器之外，解码器还可以硬中断方式通知甲通讯控制器，请求重发出错波束数据；解码器仅在发出请求重发信号后才检测甲通讯控制器是否对 SRAM 刷新结束，若结束，立即以 DMA 方式从 SRAM 读取波束数据，两者之间以握

手信号通过总线控制器获得对 SRAM 的控制权；

(3)、甲通讯控制器还担负从操控台读取操控命令的任务。与操控台相连的接受方以并行数据方式向甲通讯控制器提供数据。

#### 四. 附图说明

图 1 是本发明所采用的算法框图；

图 2 是基于 EZW 的无损图像编码框架；

图 3 是算术编码中的归一化示图；

图 4 是本发明的一个实施例的硬件平台框图；

图 5 是本发明实施例的四 DSP 分时工作时序图。

#### 五. 具体实施方式

以下结合附图和发明人给出的具体实施例对本发明作进一步的详细描述。

本发明的硬件系统包括分别位于雷达车、指挥车上的编码板、解码板两部分，通过两个 RS485 口，以双绞线形式连接，通讯距离最近为 500m。雷达车、指挥车之间设有两个信道（以主信道、副信道区分）。编码板对回波数据压缩后通过主信道传送给解码板进行解码，解码后的回波数据直接送给图形显示终端。两车之间的通讯通过副信道进行，雷达车向指挥车传送包含波束位置、量程、雷达工作状态等重要信息的波束属性码，指挥车向雷达车发送命令控制码，同时副信道在主信道出错时向解码板重传出错波束数据。

主信道通讯采用单工方式，只发不收。传输协议为：标志+数据长度+波束数据+校验和。标志用于区分首帧和差值，数据长度为波束数据压缩后的字节个数。发送方为编码板的编码器，接受方为解码板的解码器。接受方根据校验和判断传输过程是否出错。若出错，解码器立即以中断方式通知主通讯控制器（位于解码板），通讯主控制器向位于编码板上的通讯控制器请求重发该波束回波数据。编码器和通讯控制器之间设有 RAM，用于备份波束数据。

副信道采用半双工方式通讯，有两个通讯控制器（AT89C55）分别位于解码板和编码板上（由甲、乙通讯控制器区分），两者之间收发角色通过令牌来协调编码板及解码器通讯请求。对来自操控台的操作控制码单独设立接受方。解码

板收到的回波数据出错时，甲通讯控制器向位于编码板上的乙通讯控制器请求重发数据。主信道的通讯并不因此而中断，解码器放弃出错波束数据，备份该波束属性数据，当一帧中其余波束数据处理完之后，处理经副信道重传的波束数据。副信道传输协议：特征码+数据长度+传输内容+校验和。由特征码来确定传输内容。副信道传输内容：来自指挥车的操控码，波束属性码，出错波束数据（仅在主信道出错时才传）。

主、副信道之间关系比较密切：

(1)、在编码板上，编码器和乙通讯控制器之间设有用于存储备份波束数据的 SRAM 和总线控制器，编码器不断刷新 SRAM 内容，通讯控制器收到来自主通讯控制器的请求后，从 SRAM 获取备份波束数据。两者之间以握手信号通过总线控制器获得对 SRAM 的控制权。

(2)、在解码板上，解码器和甲通讯控制器之间除了存储备份波束数据的 SRAM 和总线控制器之外，解码器还可以硬中断方式通知甲通讯控制器，请求重发出错波束数据。解码器仅在发出请求重发信号后才检测甲通讯控制器是否对 SRAM 刷新结束，若结束，立即以 DMA 方式从 SRAM 读取波束数据。两者之间以握手信号通过总线控制器获得对 SRAM 的控制权。

(3)、甲通讯控制器还担负从操控台读取操控命令的任务。与操控台相连的接受方以并行数据方式向甲通讯控制器提供数据。

算法基本原理：

雷达回波信号是一种非平稳的随机过程，其固有信息熵很大，单纯用无损压缩算法无法达到 2 倍以上的压缩比，因此引入可逆整数小波变换，采用基于可逆整数小波变换的有损压缩方案。算法框图参见图 1。

算法方案引入了可逆小波变换，小波变换对回波数据解相关，使得能量更为集中，提供了一种数据的多分辨率的紧凑表示。进行小波变换前，需要进行对称扩展，这是为了满足小波滤波器进行卷积运算时的需要。小波滤波器的选择对压缩算法的性能有着至关重要的影响。本算法选用计算复杂性、可重构性较好的 5—3 滤波器。嵌入式小波零树编码根据小波系数的重要性次序对其进行



编码，这里小波系数的重要性由其对图像复现贡献的大小衡量。最后，熵编码充分利用了经过小波变换以后同一频带内和不同频带之间仍然存在的冗余，进一步提高了压缩效率。

### 1). 嵌入式小波零树编码

嵌入式小波零树框架对图像压缩问题提供了一种极好的解决方案。由 Shapiro 提出的嵌入式小波零树编码 (EZW) 及由 Said 和 Pearlman 对其改进而提出的分级树集合划分方法 (SPIHT) 均显示出基于小波压缩方案高的压缩比和较低的计算复杂性。

基于 EZW 的无损图像编码框架由三部分组成：1) 可逆离散小波变化；2) 小波系数的分级分类和选择；3) context-modeling-based (算术) 熵编码；如图 2 所示：

从图 2 的框图不难看出，在每一部分都需要作出选择，1) 第一步：选择小波滤波器；2) 第二步：选择合适的小波系数分类方式；3) 第三步：为熵编码器选择上下文模型。使用合适的小波滤波器可以最大程度的降低数据的相关性，对所产生的小波系数进行适当的分类和分类以及为算术编码选择合适的上下文模型都会提高压缩效率。对于图像压缩应用来说，三步模型的性能取决于所有三个模块。每一步必须与其他两步很好的结合才会产生最优、紧凑和可嵌入式码流。

第一步中，小波变换对图像数据解相关，使得能量集中，提供了一种图像多分辨率的紧凑表示。在这一步中，小波滤波器的选择对压缩算法的性能有着至关重要的影响。对于无损图像压缩来说，可逆整数小波变换由于能完成整数到整数的映射而得到比较广泛的应用。实验结果表明，在所选择的滤波器中，(5, 3) 滤波器整体性能最优。

在第二步，根据小波系数的重要性次序对其进行编码，这里小波系数的重要性根据其对图像复现贡献的大小衡量。EZW 和 SPIHT 都是根据小波系数的绝对值大小决定其重要性。在渐进传输应用中，选择准则决定逐次逼近的位分配策略，因此对重构图像的保真度具有非常重要的作用。在 EZW 中，Shapiro 定义了

重要性图。重要性图中，每一二进制数值表示其相应位置的系数对于给定阈值是否重要。对小波系数的逐次逼近是通过改变阈值产生重要性图而实现的。

最后，熵编码充分利用经过小波变换以后同一频带内和不同频带之间仍然保持的关系。这种关系表现为相邻系数重要性数值及父和子重要性数值之间的统计依赖性。基于前文的算术编码方案使用了邻域上下文以利用高阶熵。

## 2). 熵编码器

申请人采用算术编码算法作为熵编码器，其基本原理如下：编码器的状态用两个变量 L（有界区间的低端点）和 R（区间宽度）记录，为了便于讨论，假定 L 和 R 是实数，界于 0 与 1 之间。在具体实现时，可以时整数，不断被按 2 的幂缩放。

①初始  $L=0$ ,  $R=1$ 。

假设  $P=[p_i]$  是归一化的概率分布，有  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ 。定义

$low[i] = \sum_{j=1}^{i-1} p_j$ ，信源字母表中  $i$  之前的所有字母的累计概率。同样定义  $low[n+1] = 1$ 。

②  $L \leftarrow L + R \times low[i]$

③  $R \leftarrow R \times p_i$

④为了解决精度和溢出问题，必须加上这一步（重归一化）

while  $R < 0.25$  do

(a) if  $L+R < 0.5$  then bit\_plus\_follow(0)

(b) else if  $0.5 \leq L$  then bit\_plus\_follow(1)

Set  $L \leftarrow L - 0.5$

(c) Else

Set bits\_outstanding  $\leftarrow$  bits\_outstanding+1

Set  $L \leftarrow L - 0.25$

(d) Then, for all cases, Set  $L \leftarrow 2 \times L$  and  $R \leftarrow 2 \times R$

⑤To perform bit\_plus\_follow(b)

(a) write\_one\_bit(b)

(b) Use write\_one\_bit(1-b) to output bits\_outstanding bits of

the opposite polarity

(c) Set bits\_outstanding  $\leftarrow$  0.

这种在每次编码一个符号之前保持  $R \geq 0.25$  使得 L 和 R 的精度只比概率  $p_i$  的精度最多多两位。

图 3 对应于第 4 步中的 (a)、(b)、(c)，图 (a) 中，输出的比特显然为 0，L 和 R 相应得到调整。第二种情况（图 (b)），输出 1。特殊的是第三种情况，当  $R < 0.25$ ，同时 L 和 L+R 分别位于 0.5 的两侧，要输出的比特无法确定，它取决于要输入的下一个符号，然而我们可以知道，紧接着当前输出的比特的下一个比特必定与当前要输出的比特相反。所以在第三种情况下，并不输出，但仍然对 L 和 R 扩展，只是记录这种情况（用 bits\_outstanding）以在下一次额外输出与要输出比特相反的比特数。

解码器与此过程相反。给定一个码 c，解码器必须确定产生码 c 的 m 个符号序列。假定 V 是进入 c 的当前窗口，与 L 和 R 精度相同。边界 L 和 R 分别重新初始化为 0 和 1，在第一个符号之前，V 必须初始化为比特流 c 的开始数个比特。

①确定  $i$ ，使  $\text{low}[i] \leq (V - L) / R < \text{low}[i + 1]$

② $L \leftarrow L + R \times \text{low}[i]$

③ $R \leftarrow R \times p_i$

④除 L 倍增之外，把 V 与编码器中的 L 同样对待，V 的倍增通过从编码比特流中读取 1 位，把 V 左移后加入 V 的最低位。

⑤输出符号  $i$ 。

本发明所选用的硬件结构

由于算法复杂性较高，单个 DSP 已无法胜任计算工作，同时考虑到以后的计算冗余，设计了含有四个 DSP 的硬件平台，采用流水线机制。编码板和解码板具有完全一样的硬件结构，减少了调试和制版的工作量。由于解码板与编码板具有相同的结构，因此不再单独画出。

硬件平台如图 4 所示，四片 DSP 芯片通过地址总线、数据总线互连，彼此可共享片内存储器。系统输入数据通过缓冲（BUF）进入双端口存储器，FPGA1 根

据时序信号完成双端口存储器的寻址和写入信号，并担任定时器的功能，送出四个决定 DSP 开始工作的触发信号，实现系统的流水线工作方式。收到工作指令的 DSP 从双端口存储器获得待处理的回波数据，开始编码。

四个处理器的工作时序如图 5 所示。完成编码任务的 DSP 通过其链路口数据送入 FPGA2，FPGA2 完成数据的并串转换，以异步串行方式将数据送出。解码板工作方式与编码板相同，这里不再赘述。

## 六、参考文献

[1]田尔文，雷达信号传输与处理及其模块化应用，微电子学，1994 年 01 期，第 24 卷第 1 期， p75—81。

[2]杨梅，机载 PD 火控雷达系统 1553B 总线驱动层与传输层软件界面分析，现代雷达，1994 年 4 月，第 2 期。P50—56。

[3]8mm 雷达基于并口的高速数据传输研究，系统工程与电子技术，2001 年第 2 期。第 23 卷 2 期。

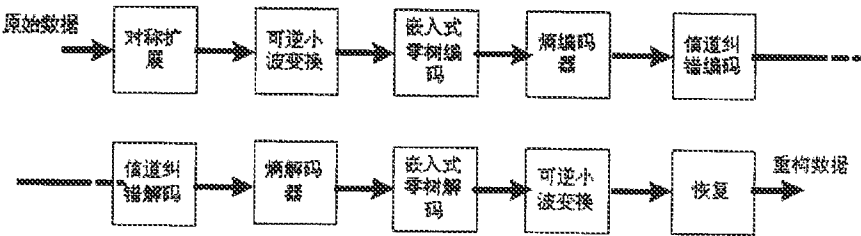


图 1

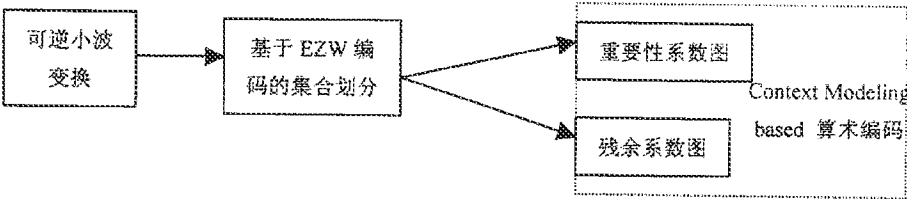


图 2

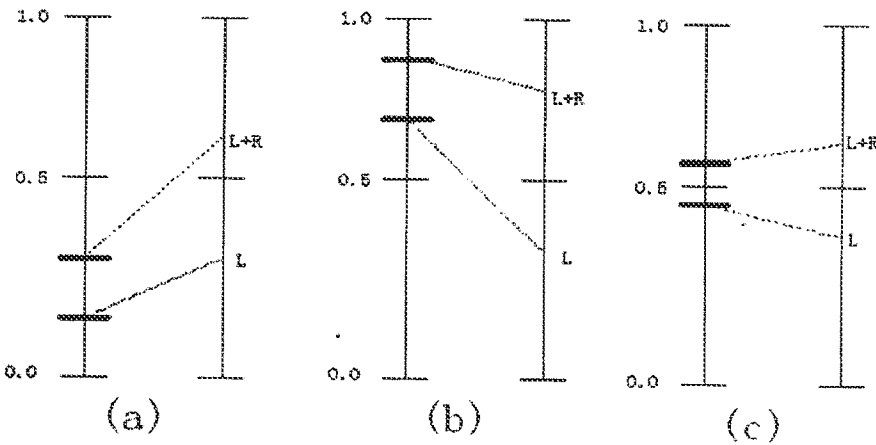


图 3

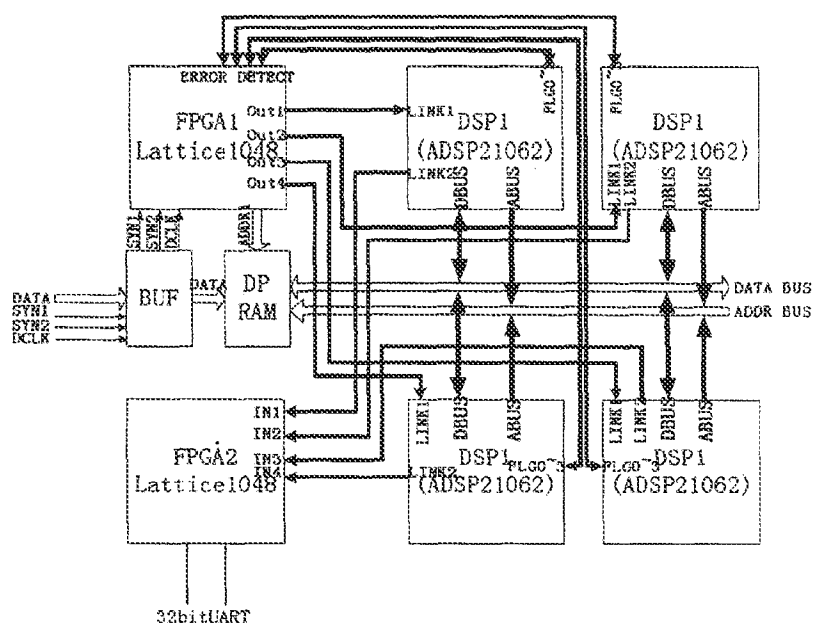


图 4

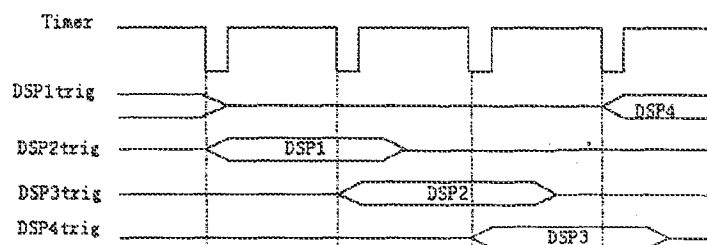


图 5 四 DSP 分时工作时序图